

UDK: 502.13:502.521(497.11 Beograd)

UDK: 332.3+504.121(497.11 Beograd)

Оригинални научни рад

DOI:

ЕКОЛОШКИ И ЕКОНОМСКИ ЕФЕКТИ УЛАГАЊА У ОДРЖИВО УПРАВЉАЊЕ ЗЕМЉИШНИМ РЕСУРСИМА НА ПОДРУЧЈУ СЛИВА ШУТИЛОВАЧКОГ ПОТОКА

Маст. инж. шумарства Вукашин Рончевић, истраживач приправник, Универзитет у Београду - Шумарски факултет, (vukasin.roncevic@sfb.bg.ac.rs)

Др Миодраг Златић, редовни професор, Универзитет у Београду - Шумарски факултет

Др Мирјана Тодосијевић, ванредни професор, Универзитет у Београду - Шумарски факултет

Извод: У предметном раду су приказани резултати истраживања заступљености ерозионих процеса на подручју морфолошке јединице Шутиловачког потока, затим мера санације тих процеса, као и друштвено-економска оправданост инвестиционог улагања и анализа осетљивости параметара економске ефикасности. Истраживање обухвата период 2017–2032 године, при чему су у оцени интензитета ерозионих процеса примењене методе професора Гавриловића, на целокупном подручју, и Универзална једначина губитака земљишта – RUSLE, на пољопривредним површинама. Примененом метода, утврђени су различити степени угрожености земљишта ерозијом на читавом истраживаном подручју. Предвиђеним моделом будуће производње са аспекта очувања земљишних ресурса на подручју града Београда (Zlatić, 1994), санирани су постојећи процеси ерозије. Ерозиони губици земљишта су значајно умањени и сведени испод граница толерантних, уз остварење друштвено-економске оправданости инвестиционих улагања, испитане динамичким методама интерне стопе приноса, рока повраћаја уложених средстава, односа корист-трошак и нето садашње вредности. Такође је извршена и анализа осетљивости интерне стопе приноса и рока повраћаја уложених средстава који су показали малу осетљивост. Добијени подаци указују на оправданост инвестиционог улагања.

Кључне речи: метода професора Гавриловића, RUSLE, модел будуће производње, динамичке методе, анализа осетљивости.

УВОД

Током друге половине двадесетог века па све до данас, све је израженији тренд напуштања сеоских домаћинстава и сеобе људи у градове и промене начина коришћења земљишта, тако да су повећане површине под ливадама, воћњацима и виноградима на рачун површина под ораницама и пашњацима (Zlatić, 1994). То је довело до смањења интензитета ерозионих

процеса у руралним подручјима Србије. Нажалост, колико год то било добро са аспекта очувања земљишта, то није последица смисленог, планског и одрживог управљања земљиштем на територији наше земље. Таква ситуација показује да држава нема развијену свест о значају земљишта, а самим тим ни адекватну стратегију за његово очување.

На територији града Београда, коме припада и морфолошка јединица Шутиловачког потока, примећен је тренд ширења урбаних површина на рачун пољопривредних. То има за последицу промену у начину коришћења земљишта и смањење пољопривредне производње, што је случај како на територији београдске општине Вождовац тако и на територији целе Србије (Lazarević *et al.*, 2016).

Одрживо управљање земљиштем представља „исправан“ начин коришћења земљишта. Данас се у свету примењују различити модели одрживог управљања земљиштем, који су усмерени на адекватне активности у спречавању ерозионе деструкције земљишта пре свега адекватним начином обраде, уз одговарајуће приносе и економске ефекте такве производње.

Предмет истраживања представљају еколошки и економски ефекти улагања у одрживо управљање земљишним ресурсима на подручју морфолошке јединице Шутиловачког потока.

Основни циљ истраживања јесте да се, истовремено, оствари економска корист од пројектоване производње, задовоље потребе локалног становништва и спречи деградација земљишта, чиме би се сачувао овај природни ресурс. Циљ истраживања је реализован кроз:

1. оцену интензитета процеса ерозије, односно оцену губитака земљишта који настају процесима ерозије,
2. предлог система заштите земљишта од ерозије,
3. оцену економске ефективности модела одрживог управљања, односно повећања продуктивности и еколошке функције земљишта.

Изабран је период истраживања од 15 година, према просечном производном веку трајања воћарских култура.

Опис истраживаног подручја

Морфолошка јединица Шутиловачког потока се налази на територији општине Вождовац, у Београду, Србија. Морфолошка јединица се налази на југу општине, код насеља Брђани, на граници са општином Барајево, између $44^{\circ}36'57''$ и $44^{\circ}35'52''$ северне географске ширине и $20^{\circ}28'53''$ и $20^{\circ}32'16''$ источне географске дужине.

Укупна површина морфолошке јединице износи $7,15 \text{ km}^2$, и састоји се од два сливна подручја, и то Шутиловачког и Безименог потока, са површинама од $4,37 \text{ km}^2$ и $2,78 \text{ km}^2$. Највиша тачка морфолошке јединице износи 339 mnm и налази се на западној граници морфолошке јединице, док најнижа износи 232 mnm , и налази се на самом истоку. Просечна надморска висина морфолошке јединице Шутиловачког потока износи $285,73 \text{ mnm}$, са просечним нагибом од $9,01\%$.

Шутиловачки поток има сталан ток у доњем делу тока, док се у вишем делу, заједно са неколико притока, јавља у виду повремених токове воде, и представља леву притоку Дубоког потока, док се Безимени поток јавља, заједно са својим притокама, као повремени ток целом својом дужином, и представља леву притоку Топчидерске реке. На северу се налази слив потока Дучевац, а на југу слив Дубоког потока, на истоку се налази Топчидерска река, а на западу граница са општином Барајево.

Подручје територије општине Вождовац се одликује умерено континенталном климом. Реон је под утицајем Средоземног мора и Атлантског океана, а подреон под утицајем хладног континенталног ваздуха из северних и североисточних делова Европе (Lazarević *et al.*, 2016), са средњом годишњом температуром и количином падавина од $13,03 \text{ }^{\circ}\text{C}$ и $710,79 \text{ mm}$ (2017).

На подручју морфолошке јединице Шутиловачког потока најзаступљенији тип земљишта је гајњача, иловасто-глиновита у лесивирању и на терцијарним седиментима

Према геолошкој грађи, најзаступљенији су глинци, лапорци, глиновити лапорци, пескови, шљункови и алверити

Према свом пореклу, највећим делом се на руралном делу територије општине Вождовац јављају изданачке, вештачке обновљене, високе и мешовите шуме. Газдинска јединица се одликује великим флорним богатством аутохтоних и алохтоних врста (ЈП Србијашуме, 2008).

На подручју морфолошке јединице Шутиловачког потока, начин коришћења земљишта је дефинисан на основу сателитског снимка из 2017. године, пређашњег описа подручја у елаборату „Програм заштите од ерозије и предлог проглашења ерозионих подручја са прописом

противерозионих мера на подручју општине Вождовац“ из 1988. године и рекогносцирања терена, као и података преузетих са сајта РСЗ РС (2017).

МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

Методе које се користе у овом раду су подељене у 5 група и то:

1. методе оцене интензитета ерозионих процеса,
2. модел будуће производње са аспекта очувања земљишних ресурса,
3. динамичке методе оцене економских ефеката примењених мера,
4. методолошки приступ избора цена,
5. методе оцене ризика и несигурности у области заштите од ерозије.

Методе оцене интензитета ерозионих процеса, примењене у раду су метода потенцијала ерозије професора Гавриловића и Универзална једначина губитака земљишта, RUSLE. За потребе квантификовања ерозионих процеса наведеним методама, уз рекогносцирање терена употребљени су подаци о средњој годишњој температури ваздуха и количини падавина за период од 1991-2015 године (2017), топографска карта размере 1:50000, сателитски снимак, основна геолошка карта СФРЈ у размери 1:100000 из 1970. године (издање Савезног геолошког завода), педолошка карта СР Србије у размери 1:50000 (издање Института за проучавање земљишта Београд – Топчидер) из 1966. године и елаборат „Програм заштите од ерозије и предлог проглашења ерозионих подручја са прописом противерозионих подручја општине Вождовац“ (1988).

Методом потенцијала ерозије професора Гавриловића добијене су вредности укупне годишње продукције наноса, средњи годишњи пронос наноса и њима одговарајуће специфичне вредности на истраживаном подручју:

$$W_{god} = T \cdot H_{god} \cdot \pi \cdot \sqrt{Z^3} \cdot A \dots\dots\dots(1)$$

W_{god} – укупна годишња продукција наноса за сливно подручје (m^3/god),
 T – температурни коефицијент сливног подручја (/),

H_{god} – средња годишња количина падавина (mm),
 π – Лудолфов број, 3,14159,
 Z – коефицијент ерозије сливног подручја (/),
 A – површина сливног подручја (m^2),

Методом Универзалне једначине губитака земљишта, RUSLE, добијене су вредности ерозионих губитака земљишта. RUSLE представља емпиријски модел и садржи шест фактора који утичу на интензитет губитака земљишта, при чему има облик:

$$A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P \dots\dots\dots(2)$$

A – губитак земљишта по јединици површине ($m^3/m^2/god$),
 R – фактор ерозионе снаге кише ($MJcm/ha/h$),
 K – фактор еродибилности земљишта (/),
 L – фактор дужине падине (m),
 S – фактор нагиба падине(/),
 C – фактор биљног покривача (/),
 P – фактор противерозионих мера (/).

Модел будуће производње са аспекта очувања земљишних ресурса, професора Златића из 1994. године је заснован на оцени интензитета ерозионих процеса по RUSLE моделу. Према моделу је установљен индекс ерозионе угрожености земљишта на основу односа стварних губитака и толерантних губитака земљишта према Wischmeir-у из 1978. године у зависности од дубине земљишног профила. Степен ерозионе угрожености се израчунава на основу вредности индекса ерозионе угрожености земљишта (табела 1):

$$IEUZ = A/Gp \dots\dots\dots(3)$$

A – губитак земљишта по јединици површине ($kg/m^2/god$),
 Gp – дозвољени губици земљишта према Wischmeir-у (1978) ($kg/m^2/god$).

Применом модела професора Златића (М. Златић, 1994), представљена је промена начина коришћења земљишта ради постизања толерантних вредности губитака земљишта на истраживаном подручју. Потребно је груписати површине под одређеним нагибима и земљи-

Табела 1. Индекс и степен ерозионе угрожености земљишта.

Назив степена ерозионе угрожености земљишта (СЕУЗ)	Није угрожено	Слабо угрожено	Средње угрожено	Јако угрожено	Веома јако угрожено
Степен ЕУЗ	1	2	3	4	5
Индекс ЕУЗ	< 1,00	1,01 - 2,00	2,01 - 7,00	7,01 - 28,00	> 28,00

Извор: Wischmeir, 1978.

шним губицима добијеним RUSLE моделом, при начину коришћења земљишта пре примене модела. На одређеним нагибима, под одређеном угроженошћу земљишта, пројектује се производња биљних култура која ће као таква сводити губитке земљишта испод толерантних вредности, и која ће бити заснована на потребама становништва, као и на могућим приходи-ма оствареним оваквом производњом.

За оцену економске ефективности користе се динамичке методе оцене економских ефеката примењених мера за истраживано подручје:

1. интерна стопа приноса (ИСП),
2. рок повраћаја уложених средстава (РПУС),
3. однос корист-трошак (К/Т) и
4. нето садашња вредност (НСВ).

Методолошки приступ избора цена има значајан утицај на исплативост предвиђених конзервационих радова на истраживаном подручју. Све цене неопходних засада су узете са сајта СТИПС (Систем тржишних информација пољопривреде Србије) (2017). Због нестабилности цена и инфлације, узета је просечна вредност односа динара (РСД) и евра (€) за 2017. годину, која износи 1€ = 123 РСД.

Метод оцене ризика и несигурности инвестиција у области заштите од ерозије, примењен у раду, обухвата сензитивну анализу интерне стопе приноса и рока повраћаја уложених средстава.

РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

Подручје морфолошке јединице Шутиловачког потока је издељено на 23 парцеле, које су образоване према факторима ерозионе предиспозиције, начину коришћења и хидролошким факторима, како би се што лакше и прецизније испитао степен угрожености земљишта од ерозије. Важно је поновити да помену-та

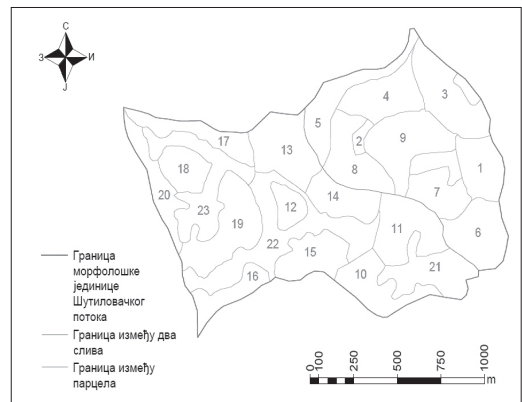
морфолошка јединица обухвата два слива и то слив Шутиловачког потока, у оквиру којег се налази 14 парцела, и слив Безименог потока у оквиру којег се налази 9 парцела (слика 1).

Оцена интензитета ерозионих процеса

Вредности интензитета ерозионих процеса на истраживаном подручју су дефинисане методом потенцијала ерозије професора Гавриловића за целокупно подручје истраживања и применом RUSLE модела на пољопривредним површинама.

Анализом ерозионих процеса на основу коефицијента ерозије, за рурално подручје територије општине Вождовац, на којој се морфолошка јединица Шутиловачког потока налази, утврђено је смањење интензитета ерозије од средње дубинске ($Z=0,61$), преко средње површинске ($Z=0,42$) до слабе површинске ерозије ($Z=0,24$) (Lazarević *et al.*, 2016).

С обзиром да се морфолошка јединица Шутиловачког потока састоји из два засебна слива:



Слика 1. Карта морфолошке јединице Шутиловачког потока са парцелама.

Извор: аутор.

Шутиловачког и Безименог потока (слика 2), добијене су две серије резултата. Резултати су обједињени, чиме су добијене коначне вредности укупне производње (продукције) ерозионог наноса и средње годишње запремине преноса наноса који се транспортује са морфолошке јединице (табела 2). Методом професора Гавриловића, на подручју морфолошке јединице Шутиловачког потока, за стање пре примене модела израђена је карта ерозије (слика 3), са просечном вредношћу коефицијента ерозије од 0,27, што указује да у сливу преовлађују процеси слабе мешовите ерозије. Заступљеност ерозионих процеса је приказана у табели 3, из које се види да процеси слабе ерозије заузимају 71,94%, процеси врло слабе ерозије 19,92%, а процеси осредње ерозије 8,14% истраживане површине.

С обзиром да вредности које одговарају природном интензитету губитака земљишта износе од 70-100 m³/km²/год (Gavrilović, 1972), добијени подаци указују на неопходност примене противерозионих радова и мера у циљу спречавања штетног дејства ерозије на губитак земљишта.

Вредности параметара који улазе у прорачун губитака земљишта применом RUSLE модела, за стање пре и после уређења земљишта, се разликују у фактору С (фактор биљног покривача) и фактору Р (фактор противерозионих мера). Сходно томе се може закључити да вредности интензитета губитака земљишта директ-

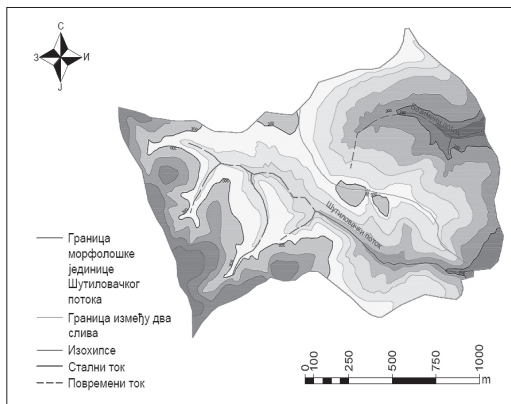
Табела 2. Вредности укупне годишње продукције наноса и средње годишње запремине преноса наноса према методи професора Гавриловића, као и њихових специфичних вредности, коефицијента ретенције наноса и коефицијент ерозије за подручје морфолошке јединице Шутиловачког потока.

Морф. Јед. Шутиловачког потока	
Wgod (m ³ /год)	2770
Wgodsp (m ³ /km ² /год)	387
R (/)	0,19
G (m ³ /год)	523
G (m ³ /km ² /год)	73
Z	0,27

Извор: аутор.

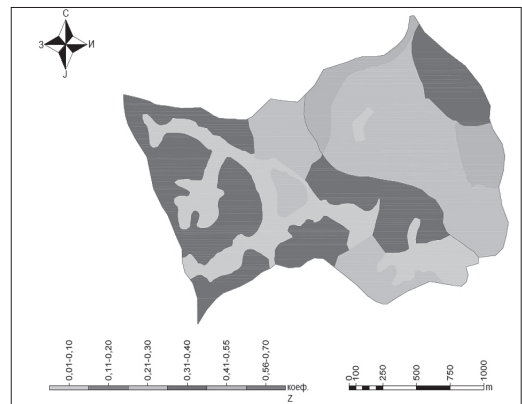
но зависе од начина коришћења земљишта и примењених конзервационих мера. Важно је нагласити да су приликом примене RUSLE модела разматране само пољопривредне површине, док су остале површине избачене из прорачуна (парцеле 2, 5, 21, 22 и 23).

На основу података преузетих са сајта РХМЗ Србије, добијена је вредност средње годишње количине падавина на метеоролошкој станици Београд – Опсерваторија, за период од 1991. до 2015. године, која износи 710,79 mm. Применом једначине Grimm-а (2003), уз усвојену вредност 1,3, емпиријског коефицијента b₀ за



Слика 2. Карта изохипси морфолошке јединице Шутиловачког потока.

Извор: аутор.



Слика 3. Карта ерозије Морфолошке јединице Шутиловачког потока.

Извор: аутор.

Табела 3. Просторна расподела интензитета ерозије по методи потенцијала ерозије професора Гавриловића, за подручје морфолошке јединице Шутиловачког потока.

		Екскесивна ерозија	Јака ерозија	Осредња ерозија	Слаба ерозија	Врло слаба ерозија
Морфолошка јединица	km ²	0,00	0,00	0,58	5,15	1,43
Шутиловачког потока	%	0,00	0,00	8,14	71,94	19,92

Извор: аутор.

нашу географску ширину, добија се да фактор ерозионе снаге за морфолошку јединицу Шутиловачког потока која износи 924,03 MJcm/ha/h. Вредности фактора К су добијене преко номограма (прилагодио Foster, 1981; Walker, 2004). Вредности фактора нагиба и дужине парцеле, L и S, се крећу у распону од 5,55 – 13,64% нагиба и између 260–960 m дужине.

Фактор биљног покривача С је одређен на основу процентуалне заступљености култура на свакој парцели и вредности фактора С за сваку културу. За сваку парцелу одређена је средња вредност фактора С, тако што је извршена пондерација за различите површине под културама са различитим С фактором. Средња вредност фактора С се по парцелама разликује пре и после примене модела будуће производње професора Златића (1994). Средња вредност фактора С, за читаву морфолошку јединицу износи 0,42 пре, и 0,23 после примене модела.

Пре уређења земљишта, на истраживаним површинама, нису примењене конзервационе

мере и радови. Средња вредност фактора Р, за читаву морфолошку јединицу износи 0,86 пре, и 0,27 после примене модела.

Средњи годишњи губитак земљишта за стање пре примене модела будуће производње износи 3,44 t/ha/god. Применом модела будуће производње смањени су ерозиони губици земљишта на свим парцелама, и сведени су испод толерантних вредности на парцелама 16 и 19. Средњи годишњи губитака земљишта после примене модела, за читаву морфолошку јединицу, је 0,50 t/ha/god, чиме се модел у погледу смањења ерозионих губитака показао ефикасним за дато подручје.

Толерантне вредности средњих годишњих губитака земљишта су добијени на основу дефинисаних дубина земљишта на парцелама, тако да су добијене вредности ерозионих губитака земљишта мање од толерантних на истраживаним парцелама, осим на парцелама 16 и 19.

Након дефинисања ерозионих губитака земљишта пре и после уређења и дефинисања

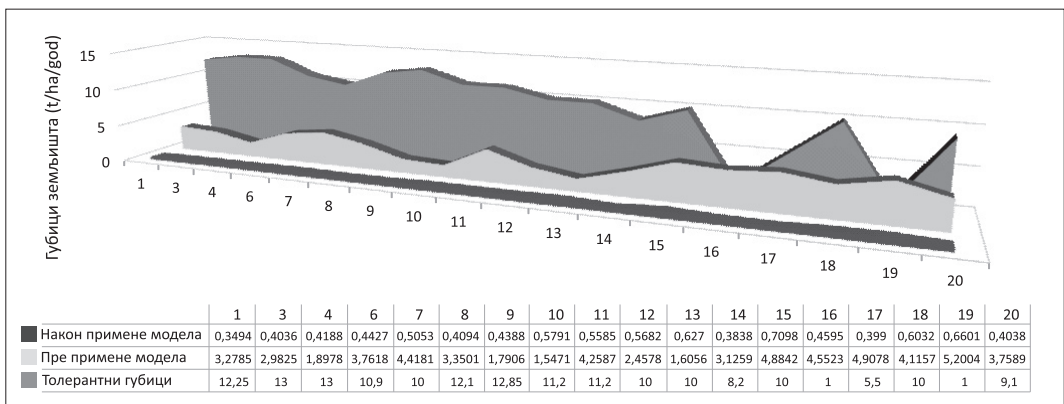


График 1. Сумарни преглед вредности интензитета ерозије на парцелама обухваћеним прорачуном, за случај пре и после уређења, као и вредности толерантних губитака земљишта добијених USLE моделом.

Извор: аутор.

Табела 4. Модел будуће производње са аспекта очувања земљишних ресурса професора Златића (1994), за подручје морфолошке јединице Шутиловачког потока, легенда: легенда: ПП1 - противерозиони плодореци, В - воћњаци, ВСТ - воћњаци са самотерасирањем, ВТ - воћњаци на терасама, П - пашњаци, Ш - шуме.

		Назив СЕУЗ	Није угрожено	Слабо угрожено	Средње угрожено	Јако угрожено	Веома јако угрожено
		СЕУЗ	1	2	3	4	5
		Индекс ЕУЗ	ИЕУЗ < 1,00	ИЕУЗ 1,01 - 2,00	ИЕУЗ 2,01 - 7,00	ИЕУЗ 7,01 - 28,00	ИЕУЗ > 28,00
Нагиб	0° - 4°		ПП1 + В 56,4	ПП5 + В	ПП9 + В 41,69	В	П
	4° - 6°		ПП2 + В 137,36	ПП6 + В	ПП10 + В	В + П	П
	6° - 12°	ha	ПП3 + ВСТ 226,83	ПП7 + ВСТ	ПП11 + ВСТ 13,32	П	П
	12° - 18°		ПП4 ∨ ВТ	ПП8 ∨ ВТ	ПП12 ∨ ВТ	ВТ	П
	18° - 25°		ВТ	ВТ ∨ П	П	П	П ∨ Ш
	> 25°		П	П	Ш	Ш	Ш

Извор: М. Златић (1994) и аутор

вредности толерантних губитака према Wischmeier-а и Smit-а (1978) (график 1), дефинисан је и степен ерозионе угрожености земљишта пре и после уређења земљишта.

Предлог система заштите земљишта од ерозије

На основу ерозионе угрожености земљишта и нагиба, утврђено је да су заступљене парцеле на неугроженим и средње угроженим земљиштима, са распоном нагиба од 0°-4°, 4°-6° и 6°-12°, при чему се на нагибима од 0°-4° и 4°-6° примењују противерозиони плодореци и воћњаци, а на нагибима од 6°-12° се примењују противерозиони плодореци и воћњаци са самотерасирањем (табела 4).

Структура пољопривредних култура за општину Вождовац, односно околину Рипња, за морфолошку јединицу Шутиловачког потока, преузета је са сајта РЗС. Графички је приказано, ради бољег увида, промена начина коришћења земљишта само оних површина и култура на којима долази до промене (график 2).

Јасно се може видети да се на подручју морфолошке јединице Шутиловачког потока повећавају површине под ораницама за 11,54%, при чему се промене дешавају пре свега у заступљености сунцокрета (повећање веће од 20 пута) и

соје (повећање веће од 70 пута), затим површине под ливадама за 94,53%, док се највећи пораст бележи код површина под воћњацима, и износи 499,86%. Повећање учешћа поменутих култура се одвија пре свега на рачун површина под пашњацима које губе своју заступљеност потпуно, применом модела будуће производње, док се површине под воћарским културама шире и на рачун површина других култура.

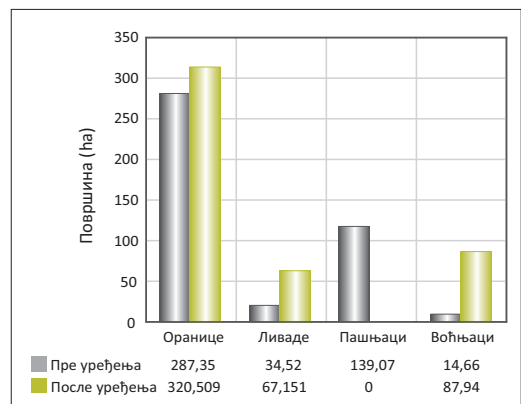


График 2. Начин коришћења земљишта пре и после уређења.

Извор: аутор.

Економски ефекти примењеног начина управљања

Квантификовање трошкова и прихода пре и после уређења земљишта заснива се на калкулацији јединичних цена подизања воћњака и редовне производње. Обухвата калкулацију производње и новчаних улагања пре уређења земљишта, вредности производње и инвестиционих улагања после уређења земљишта и рекапитулацију трошкова и прихода за стање пре и после уређења. Калкулације јединичних цена подизања воћњака садрже трошкове припреме земљишта, садње, неге засада и постављања наслона (уколико је потребно). Калкулације јединичних цена редовне производње представљене су за стање пре и после уређења земљишта за биљне културе: кукуруз, сунцокрет, соја, луцерка, смеша трава, јабука, кру-

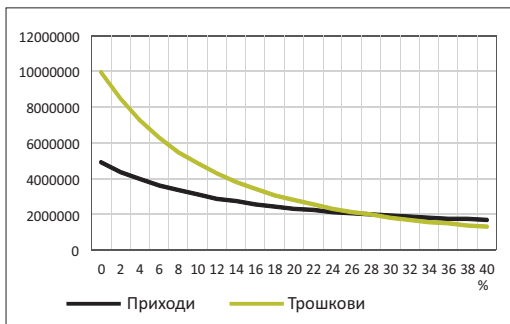


График 3. Интерна стопа приноса за подручје морфолошке јединице Шутиловачког потока.

Извор: аутор.

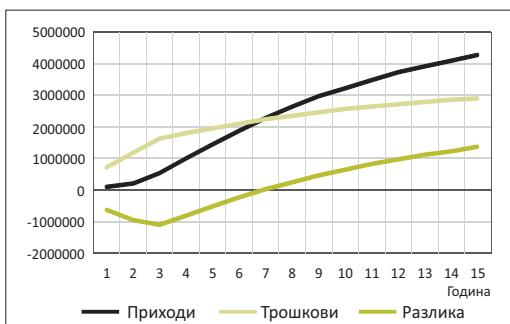


График 4. Рок повраћаја уложених средстава за подручје морфолошке јединице Шутиловачког потока.

Извор: аутор.

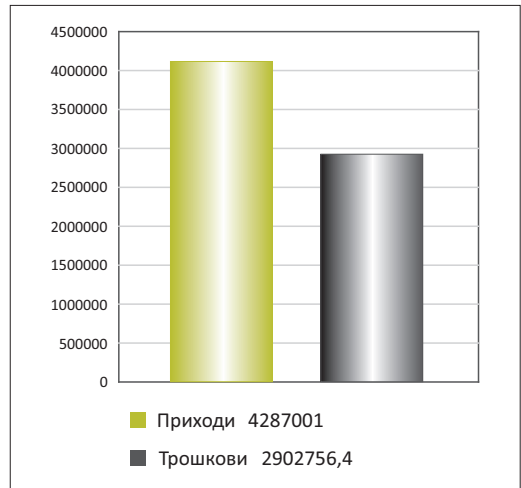


График 5. Однос корист-трошак за подручје морфолошке јединице Шутиловачког потока.

Извор: аутор.

шка, бресква, кајсија, шљива, трешња, вишња, малина, купина и орах.

На површинама под различитим начином управљања земљиштем, приказана је економска оцена мерљивих ефеката примењених мера по динамичким методама и то: интерна стопа приноса (ИСП), рок повраћаја уложених средстава (РПУС), однос корист-трошак (К/Т) и нето садашња вредност (НСВ).

Интерна стопа приноса примењених радова према моделу будуће производње са аспекта очувања земљишних ресурса, износи 27,60% (график 3). Поређењем овако добијене интерне стопе приноса са реалном каматном стопом, која износи према Међународној банци за развој, за наше услове и земље источне Европе 12%, ИСП је већа од реалне каматне стопе. Са становишта пољопривредног газдинства економски је оправдано инвестиционо улагање у заштиту земљишта од ерозије и производњу са аспекта очувања земљишних ресурса. Ова констатација се заснива на томе да се на сваких 100 уложених евра добија 15,60 евра чисте акумулације.

Рок повраћаја показује за које се време уложени капитал може поново вратити, односно ослободити. Према добијеним резултатима, види се да рок повраћаја уложених средстава износи 7 година. У циљу утврђивања економске оправданости улагања у заштиту од ерозије и

будућу производњу, извршено је поређење са дужином века трајања предвиђеног система и периодом потребним за отплату кредита који банка прописује. Показало се да је економски оправдано улагати у пројектоване противерозивне радове и производњу на уређеном земљишту, с обзиром да предвиђени период трајања система износи 15 година, а период отплате кредита износи до 10 година (график 4).

Вредност од 1,48 добијена динамичком методом однос корист-трошак представља вредност односа укупних годишњих користи и укупних трошкова, дисконтованих на почетни моменат дисконтном стопом од 12% (график 5). Добијена вредност већа од 1 указује на исплативост инвестиционог улагања, при чему се за сваки евро уложених средстава оствари приход од 0,48 евра.

НСВ износи 1.384.244,60 евра, што указује да овај инвестициони подухват у току свог века трајања доприноси повећању материјалне основе индивидуалних газдинстава на подручју морфолошке јединице Шутиловачког потока. С обзиром да је НСВ већа од нуле, оправдано је улагати у пројектоване економске радове и производњу са аспекта очувања земљишних ресурса на проучаваном подручју (график 6).

Тестирање капацитета стварања прихода од пројекта, у случају измене почетних услова, вршено је анализом осетљивости (сензитивном анализом). Осетљивост ИСП мерена је у односу на промене годишњих прихода и трошкова, и то тако што су задаване величине промена поменутих показатеља за 10%, у позитивном и негативном смислу (график 7). Анализом се види да приход може да опадне за 32,29% а да интерна стопа приноса не падне испод 12%. Такође годишњи трошкови се могу повећати за 47,70% а да интерна стопа приноса још увек буде на граници рентабилности, што показује да је интерна стопа приноса нешто осетљивија на промене прихода.

Анализа осетљивости рока повраћаја уложених средстава је извршена у односу на промене годишњих прихода трошкова производње. Из графика 8 јасно се види да се при умањењу прихода за 32,29% и повећању трошкова за 47,70% долази до границе рентабилности.

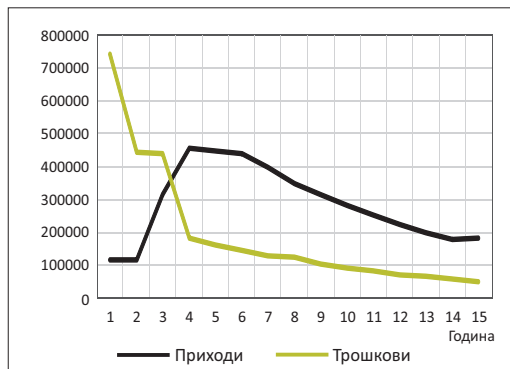


График 6. Нето садашња вредност за подручје морфолошке јединице Шутиловачког потока.
Извор: аутор.

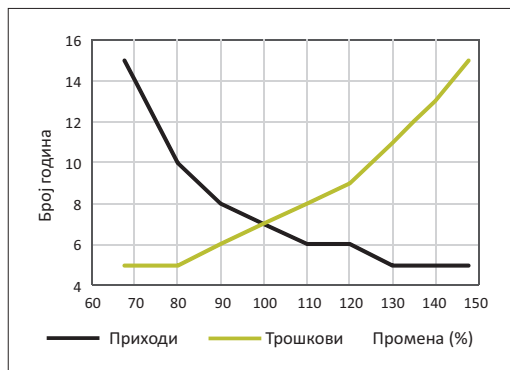


График 7. Сензитивна анализа интерне стопе приноса.
Извор: аутор.

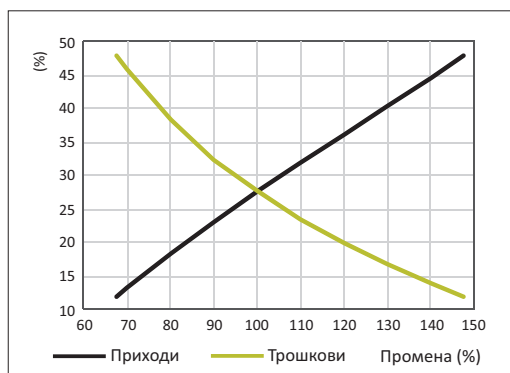


График 8. Сензитивна анализа рока повраћаја уложених средстава.
Извор: аутор.

ЗАКЉУЧЦИ

Према методи професора Гавриловића, на подручју морфолошке јединице Шутиловачког потока доминантни су процеси ерозије IV категорије, односно слабе ерозије мешовитог, површинског и дубинског типа. Вредност коефицијента ерозије Z износи 0,27 за истраживано подручје. Специфичне вредности укупне годишње продукције наноса и средњег годишњег проноса наноса за износе $387,27 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{god}$ и $73,13 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{god}$. Према RUSLE моделу просечни губици земљишта износе $3,44 \text{ t/ha/god}$ и $0,50 \text{ t/ha/god}$ за стање пре и после уређења. Након уређења губици земљишта су на свим пољопривредним површинама парцела испод толерантних вредности.

Према моделу будуће производње професора Златића за подручје Београда, дефинисане су парцеле које нису угрожене, на нагибима $0^\circ-4^\circ$, $4^\circ-6^\circ$ и $6^\circ-12^\circ$, и са средњим степеном угрожености на нагибима $0^\circ-4^\circ$ и $6^\circ-12^\circ$. Доминантне су промене повећања површина под воћарским културама на рачун других култура од 499,86% у односу на пређашњу површину. Долази и до повећања површина под ораницама за 11,54% и ливадама за 94,53%, у односу на пређашње стање, на рачун површина под пашњацима које се губе потпуно.

Интерна стопа прихода износи 27,60%. Рок повраћаја уложених средстава је 7 година док је предвиђена дужина трајања система 15 година. Однос корист-трошак је 1,477. Нето садашња вредност има вредност већу од нуле и износи 1.384.244,60 евра. Може се закључити да улагање у противерозионе радове и њима предвиђену производњу, има задовољавајућу економску ефективност. Да би интерна стопа приноса пала на реалну каматну стопу и рок повраћаја повећао са 7 на 15 година, неопходно је да се приходи умање за 32,29%, односно трошкови повећају за 47,70%. Немерљиви ефекти инвестиционог улагања се огледају у заштити земљишта од деградације, регулисању водног режима, заштити од бујичних поплава, суша, ветра и снега, побољшању еколошких услова средине, оплемењивању животне средине, стварању повољне микроклиме, стимулисању пољопривредне производње, као и развоју руралног подручја. С обзиром да постоји значајна еколошка и економска оправданост улагања на подручју морфолошке јединице Шутиловачког потока, уз низак степен ризика и несигурности инвестиције, уз позитивну оцену немерљивих ефеката улагања, може се закључити да се улагања у наведене радове веома исплате.

ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC EFFECTS OF INVESTMENTS IN SUSTAINABLE LAND MANAGEMENT IN THE BASIN OF ŠUTILOVAC STREAM

M.Sc. Vukašin Rončević, University of Belgrade, Faculty of Forestry (vukasin.roncevic@sfb.bg.ac.rs)

Dr Miodrag Zlatić, University of Belgrade, Faculty of Forestry

Dr Mirjana Todosijević University of Belgrade, Faculty of Forestry

Abstract: This paper presents the results of an erosion processes research on the territory of the morphological unit of Šutilovacki stream, the prevention measures of same processes, as well as the justification of socio-economic investments and a sensitivity analysis of the economic efficiency parameters. The research includes a period from 2017-2032 year, whereby the evaluation methods of professor Gavrilović are applied in erosion process intensity assessment, on the whole research area, and universal soil loss equation – USLE, on the agricultural land area. Different rates of soil erosion vulnerability are established on the whole research area by applying these methods. Present erosion processes are prevented by the predicted model of future production from the aspect of soil resource protection in the area of the city of Belgrade, by professor Zlatić (1994). Erosion soil losses are significantly diminished and reduced under a tolerable limit, along with the accomplishment of socio-economic justification of investment, examined by the dynamic methods of internal rate of yield, term for the repayment of invested funds, cost-benefit ratio, and net present value. In addition, an analysis of internal rate of yield sensitivity and term for repayment of invested funds are executed. The obtained data indicate justification of the investment.

Key words: soil erosion method of professor Gavrilović, RUSLE, model of future production, dynamic methods, analysis of sensitivity.

INTRODUCTION

Since the second half of the twentieth century until today, there has been a growing trend of leaving rural households and the migration of people to cities and changes in the way land is used, so that the areas under meadows, orchards and vineyards are formed at the expense of areas under arable land and pastures (Zlatić, 1994). This has led to a reduction in the intensity of erosion processes in rural areas of Serbia. Unfortunately, no matter how good it was from the aspect of preserving the land, this is not a consequence of meaningful, planned and sustainable land management in the territory of our country. Such a situation shows that the country does not have a developed awareness of the primary role of land, and therefore also no adequate strategy for its preservation.

In the territory of the city of Belgrade, which belongs to the morphological unit of the Šutilovac stream, there is a trend of spreading urban areas

at the expense of agricultural ones. This results in a change in the way land is used and the reduction of agricultural production, which is the case both in the territory of the Belgrade municipality of Voždovac and throughout the territory of Serbia (Lazarević *et al.*, 2016).

Sustainable land management is a “proper” way of land use. Today, different models of sustainable land management are applied in the world, which are directed at adequate activities in preventing erosion destruction of the soil, first of all by an adequate way of processing, with appropriate yields and economic effects of such production.

The subject of this research are the ecological and economic effects of investments in sustainable land resource management in the area of the morphological unit of the Šutilovac stream.

The main objective of the research is to simultaneously obtain the economic benefits of the projected production, satisfy the needs of the local

population and prevent land degradation, thereby preserving this natural resource. The aim of this research was realized through:

1. the intensity of the erosion process evaluation, i.e. the assessment of soil losses caused by erosion processes,
2. proposal of the soil protection system against erosion,
3. assessment of the economic effectiveness of the sustainable management model, that is, of increasing the productivity and ecological function of the land.

A research period of 15 years was selected, according to the average production life of fruit crops.

Description of the research area

Morphological unit of the Šutilovac stream is located in the territory of the municipality of Voždovac, in Belgrade, Serbia. The morphological unit is located in the south of the municipality, in the village of Brđani, on the border with the municipality of Barajevo, between 44°36'57 "and 44°35'52" north latitude and 20°28'53 "and 20°32'16" east altitude.

The total area of the morphological unit is 7.15 km², and consists of two catchment areas, namely the Šutilovac and Bezimeni stream, with areas of 4.37 km² and 2.78 km². The highest point of the morphological unit is at the altitude of 339 m and it is located on the western border of the morphological unit, while the lowest one is at 232 m, and is located in the east. The average altitude of the morphological unit of the Šutilovac stream is 285.73 m, with an average inclination of 9.01%.

The Šutilovac stream has a constant flow in the lower part of the stream, while in the higher part, along with several tributaries, it is in the form of occasional water flows, and represents the left tributary of the Duboki stream, while the Bezimeni stream appears along with its tributaries as an occasional flow its length, and represents the left tributary of the Topčider river. In the north there is a catchment of the Dučevac stream, and in the south of the Duboki stream. In the east there is the Topčiderska river, and in the west, the border with the municipality of Barajevo.

The area of the municipality of Voždovac is characterized by a moderate continental climate.

The area is under the influence of the Mediterranean Sea and the Atlantic Ocean, and is submerged under the influence of cold continental air from the northern and northeastern parts of Europe (Lazarević *et al.*, 2016), with the mean annual temperature and the amount of rainfall of 13.03 °C and 710.79 mm (2017).

In the area of the morphological unit of the Šutilovac stream, the most common type of soil is brown forest soil, clayey-clayey in leaching and on tertiary sediments

According to the geological structure, the most common are glaciers, marl, clay marl, sand, gravel and alverith.

According to their origins, in the rural part of the municipality of Voždovac there are artificially restored, high and mixed forests. The forest management unit is characterized by the high richness of floral autochthonous and allochthonous species (PE Srbijašume, 2008).

In the area of the morphological unit of the Šutilovac stream, the method of land use is defined on the basis of a satellite image from 2017, the previous description of the area in the study Program of erosion protection and the proposal for the designation of erosion areas with the prescribed antierosion measures in the area of the municipality of Voždovac from 1988. and reconnaissance of the terrain, as well as data taken from the RSI RS website (2017).

MATERIAL AND METHODS

The methods used in this paper are divided into 5 groups:

1. the methods of estimating the intensity of erosion processes,
2. the model of future production from the aspect of preservation of land resources,
3. dynamic methods for assessing the economic effects of applied measures,
4. methodological approach to the selection of prices,
5. the methods of risk and uncertainty assessment in the field of erosion protection.

Methods of estimation of the intensity of erosion processes, applied in the paper are the method of potential erosion by professor Gavrilović and

the Universal soil loss equation, RUSLE. For the purposes of quantification of erosion processes by the mentioned methods, with data on the average annual temperature of the air and the amount of precipitation for the period 1991-2015 (2017), the tools used for research were topographic map with the scale 1: 50000, the satellite image, the basic geological map of SFRY in size 1 : 100000 from 1970. (edition of the Federal Geological Institute), the pedological map of SR Serbia in the ratio 1: 50000 (edition of the Institute for soil research Belgrade - Topčider) from 1966. and the study Program of erosion protection and the proposal for the designation of erosion areas with the prescribed antierosion measures in the area of the municipality of Voždovac from 1988.

By the erosion potential method of professor Gavrilović, the values of the total annual production and the average annual deposition of the sediment material, and their specific values are obtained:

$$W_{god} = T \cdot H_{god} \cdot \pi \cdot \sqrt{Z^3} \cdot A \dots\dots\dots(1)$$

W_{year} - total annual production of deposits for the catchment area ($m^3/year$),

T - temperature coefficient of the catchment area (/),

H_{year} - mean annual precipitation (mm),

π - Ludolf's number, 3.14159,

Z - the erosion coefficient of the catchment area (/),

A - surface of the catchment area (m^2),

By the method of the Universal soil loss equation, RUSLE, the values of soil erosion losses were obtained. RUSLE presents an empirical model and contains six factors that influence the intensity of soil losses, and has the following form:

$$A=R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P \dots\dots\dots(2)$$

A - loss of land per unit area ($m^3/m^2/year$),

R - erosion power factor (MJcm/ha/h),

K - soil erodibility factor (/),

L - factor of slope length (m),

S - slope factor (/),

C - plant cover factor (/),

P - factor of antierosion measures (/).

A model of future production from the aspect of preservation of land resources, by professor Zlatić from 1994 is based on the assessment of the intensity of erosion processes according to the RUSLE model. According to the model, the index of soil erosion vulnerability was established based on the ratio of actual losses and tolerant soil losses by Wischmeir in 1978, depending on the depth of the soil profile. The degree of erosion vulnerability is calculated on the basis of the soil erosion risk index values (Table 1):

$$IEUZ = A/Gp \dots\dots\dots(3)$$

A - Land loss per unit area ($kg/m^2/year$),

Gp - allowed soil losses according to Wischmeir (1978) ($kg/m^2/year$).

Application of the model of professor Zlatić in different conditions of environment and slopes, establish production that will reduce soil losses and establish positive economic parameters.

For the evaluation of economic effectiveness, **dynamic methods of estimating the economic effects of applied measures** for the investigated area are used:

1. the internal rate of yield (IRY),
2. term for the repayment of invested funds (TRIF),
3. cost-benefit ratio (C/B),
4. and net present value (NPV).

Methodological approach to price choices has a significant impact on the profitability of the planned conservation works in the investigated

Table 1. Index and degree of erosion vulnerability of the soil.

The name of the degree of erosion vulnerability of the soil (SERI)	Not endangered	Poorly endangered	Medium endangered	Very endangered	Very very endangered
Степен ЕУЗ	1	2	3	4	5
Индекс ЕУЗ	< 1.00	1.01 - 2.00	2.01 - 7.00	7.01 - 28.00	> 28.00

Source: Wischmeir, 1978.

area. All the prices of necessary plantations were taken from STIPS (Market Information System of Serbia) (2017). Due to the instability of prices and inflation, the average value of the RSD / EUR ratio (EUR) for 2017, which is 1 € = 123 RSD, was taken.

The risk assessment method and the uncertainty of investments in the field of erosion protection applied in the paper include a sensible analysis of the internal rate of return and the return on investment.

RESULTS AND DISCUSSION

The area of the morphological unit of the Šutilovac stream is built on 23 plots, which are selected according to the factors of erosion predisposition, way of use and hydrological factors, in order to examine as much as possible, the degree of vulnerability of soil by erosion. It is important to repeat that the above-mentioned morphological unit includes two basins, basin of the Šutilovac stream, in which there are 14 plots, and the Bezi- meni stream, which contains 9 plots (Figure 1).

Estimation of the intensity of erosion processes

The values of the intensity of erosion processes in the investigated area are defined by the method

of erosion potential by professor Gavrilović for the entire field of research and application of the RU-SLE model on agricultural surfaces.

By analyzing the erosion processes based on the erosion coefficient, for the rural area of the territory of the municipality of Voždovac, where the morphological unit of the Šutilovac stream is located, a decrease in the erosion intensity from the mean depth ($Z = 0.61$) was found, over a mean surface erosion ($Z = 0.42$) to the poor surface erosion ($Z = 0.24$) (Lazarević et al., 2016).

Since the morphological unit of the Šutilovac stream consists of two separate basins: Šutilovac and Bezimeni stream (Figure 2), two series of results were obtained. The results were merged, resulting in the final values of the total production (production) of the erosion sediment and the mean annual volume of the deposit transfer which is transported from the morphological unit (Table 2). By the method of professor Gavrilović, in the area of the morphological unit of the Šutilovac stream, for the state prior to the application of the model, a map of erosion (Figure 3) was made, with an average value of the erosion coefficient of 0.27, which indicates that the processes of poor mixed erosion prevail in the basin. The representation of erosion processes is shown in Table 3, which shows that the processes of poor erosion occupy 71.94%, processes of very poor erosion 19.92%, and processes of central erosion 8.14% of surveyed area.

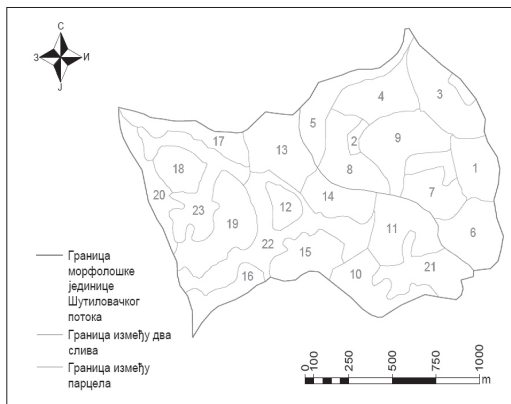


Figure 1. Map of the morphological unit of the Šutilovac stream with plots.
Source: author.

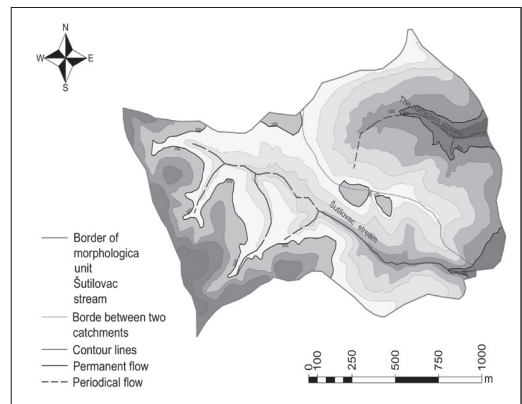


Figure 2. A map of the morphological unit of the Šutilovac stream.
Source: author.

Table 2. The values of total annual production of the erosion sediment and average annual volume of sediment transport according to the method of professor Gavrilović, as well as their specific values, coefficient of retention and coefficient of erosion for the area of the morphological unit of the Šutilovac stream.

	Morph. unit of Šutilovac stream
year (m ³ /year)	2770
Wyears _p (m ³ /km ² /year)	387
R (/)	0.19
G (m ³ /year)	523
G (m ³ /km ² /year)	73
Z	0.27

Source: author.

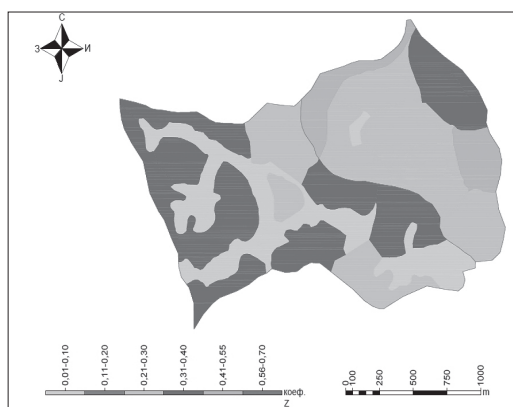


Figure 3. Map of the erosion of the morphological unit of the Šutilovac stream.

Source: author.

Since the values corresponding to the natural intensity of soil losses amount to 70-100 m³/km²/year (Gavrilović, 1972), the obtained data point to the necessity of applying antierosion works and measures in order to prevent the harmful effect of erosion on the loss of soil.

The values of the parameters that are included in the calculation of soil losses using the RUSLE model, for the before and post condition, differ in factor C (factor of the plant cover) and factor P (factor of antierosion measures). Accordingly, it can be concluded that the values of the intensity of soil loss directly depend on the way land is used as well as the applied conservation measures. It is important to emphasize that only agricultural areas were considered during the implementation of the RUSLE model, while the remaining areas were excluded from the calculation (lots 2, 5, 21, 22 and 23).

Based on the data taken from the RHSS Serbia site, the mean annual precipitation quantity at the meteorological station Belgrade - Observatory was obtained for the period from 1991. to 2015., which amounts 710.79 mm. Using the Grimm equation (2003), with the accepted value of 1.3 and the empirical coefficient b₀ for our latitude, the erosion power factor for the morphological unit of the Šutilovac stream is 924.03 MJcm/ha/h. Factor K values were obtained through a nomogram (adjusted by Foster, 1981; Walker, 2004). The values of the inclination factor and the length of the plot, L and S, range in the range of 5.55 - 13.64% of the slope and between 260-960 m in length.

The factor of the plant cover C is determined on the basis of the percentage representation of cultures in each plot and factor C values for each culture. For each parcel, the mean value of factor C was determined by weighting for different surfaces under cultures with a different C factor. The

Table 3. Spatial distribution of the erosion intensity by the method of the erosion potential of professor Gavrilović, for the area of the morphological unit of the Šutilovac stream.

		Excessive erosion	Heavy erosion	Medium erosion	Slight erosion	Very slight erosion
Morphological unit of Šutilovac stream	km ²	0.00	0.00	0.58	5.15	1.43
	%	0.00	0.00	8.14	71.94	19.92

Source: author.

mean value of the factor C is different in plots before and after the application of the future production model of Professor Zlatić (1994). The mean value of factor C, for the whole morphological unit, is 0.42 before, and 0.23 after the application of the model.

No conservation measures and works were applied before the lands were cultivated in the investigated areas. The mean value of factor P, for the whole morphological unit, is 0.86 pre, and 0.27 after the application of the model.

The average annual loss of land for the state before the application of the future production model is 3.44 t/ha/year. The application of the future production model reduced erosion losses of land in all plots, and were reduced below tolerant values on parcels 16 and 19. The average annual loss of soil after the application of the model for the entire morphological unit is 0.50 t/ha/year, by which the model in terms of reduction of erosion losses proved effective for the given area.

The tolerant values of average annual land losses are obtained on the basis of the defined depth of soil in the plots, so that the obtained erosion loss values of the land are lower than tolerant in all plots, except in plots 16 and 19.

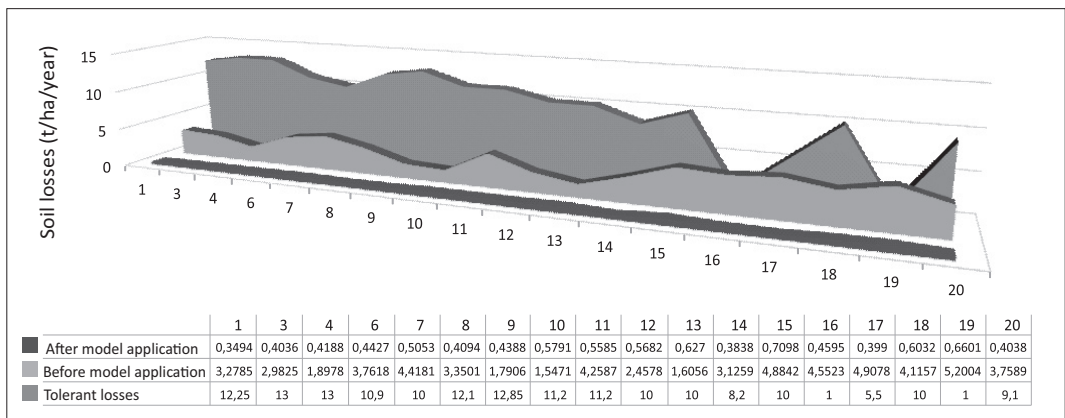
After defining the soil erosion losses before and after the model application and defining the values of tolerant losses according to Wischmeier and Smit (1978) (graph 1), the degree of erosion vulnerability of soil before and after the land is defined.

Proposal of the soil protection system against erosion

Based on the erosion vulnerability of the soil and slopes, it has been established that the plots on endangered and medium-endangered soils are located on a slope range of 0°-4°, 4°-6° and 6°-12°, while on slopes of 0°-4° and 4°-6° crop rotation is applied and orchards, and on the slopes of 6°-12° crop rotation and orchards with self-terracing (Table 4).

The structure of agricultural crops for the municipality of Voždovac, or the surroundings of Ripanj, for the morphological unit of the Šutilovac stream, has been downloaded from the RZS website, graphically shown, for a better insight, changes in the way land is used only for those areas and cultures that change (Graph 2).

It can be clearly seen that in the area of the morphological unit of the Šutilovac stream, the area under the arable land is increased by 11.54%, with changes primarily occurring in the presence of sunflower (increase of more than 20 times) and soybean (increase by more than 70 times), then area under meadows by 94.53%, while the largest increase was recorded in the area under orchards, and it amounts to 499.86%. Increasing the participation of the mentioned crops takes place primarily at the expense of areas under the pastures that completely lose their area, using the model of future production, while the areas under fruit cultivation are expanding at the expense of the surfaces of other cultures.

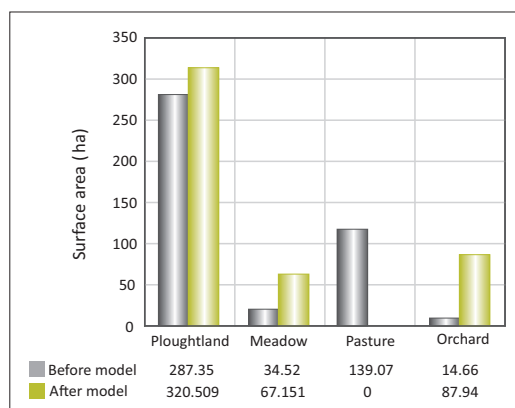


Graph 1. Summary of the erosion intensity values in plots covered by the calculation, in the case before and after decoration, as well as the values of tolerant soil losses obtained by the USLE model. **Source:** author.

Table 4. Model of future production from the aspect of preservation of land resources of professor Zlatić (1994), for the area of the morphological unit of the Šutilovac stream, legend: CR - crop rotation, O - orchard, OST - orchard with self-terracing, OT - orchard on terraces, P - pasture, F - Forest.

		Term of SERI	Not endangered	Poorly endangered	Mediumly endangered	Very endangered	Very badly endangered
		SERD	1	2	3	4	5
		Index of SER	SERI < 1,00	SERI 1,01 - 2,00	SERI 2,01 - 7,00	SERI 7,01 - 28,00	SERI > 28,00
Slope	0° - 4°		CR + O 56.4	CR5 + O	CR9 + O 41.69	O	P
	4° - 6°		CR2 + O 137.36	CR6 + O	CR10 + O	O + P	P
	6° - 12°	ha	CR3 + OST 226.83	CR7 + OST	CR11 + OST 13.32	P	P
	12° - 18°		CR4 ∨ OT	CR8 ∨ OT	CR12 ∨ OT	OT	P
	18° - 25°		OT	OT ∨	P	P	P ∨ F
	> 25°		P	P	F	F	F

Source: Zlatić (1994) and author



Graph 2. The method of land use before and after decoration.

Source: author.

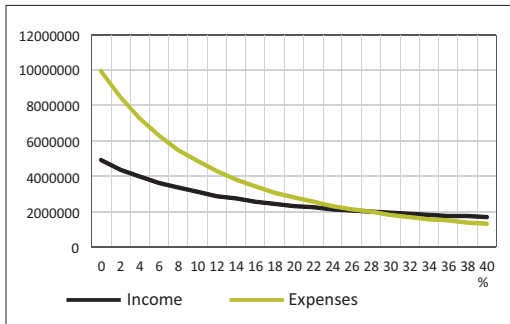
The economic effects of the applied management method

The quantification of costs and revenues before and after the application of the model is based on the calculation of unit prices for raising orchards and regular production. It includes the calculation of production and finance investments before land management, production value and investment after land management and recapitu-

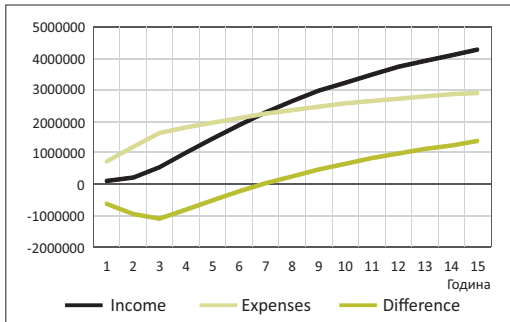
lation of costs and income for the situation before and after the application of the model. Calculations of the unit prices of the orchard raising include the costs of preparing the land, planting and laying backrests (if necessary) The calculations of unit prices of regular production are presented for the situation before and after the arrangement of the land for plant crops corn, sunflower, soy, alfalfa, apple, pear, peach, apricot, plum, cherry, raspberry, blackberry and walnut.

In the areas under different soil management, the economic evaluation of the measurable effects of the applied measures by dynamic or discounted methods is presented, such as: internal rate of yield (IRY), term for repayment of invested funds (TRIF), cost-benefit ratio (C/B), and net present value (NPV).

The internal rate of yield of the applied works according to the model of future production from the aspect of preservation of land resources is 27,60% (Graph 3). By comparing the internally generated rate of yield with the real interest rate, which amounts to the International Development Bank, for our conditions and countries of Eastern Europe 12%, we see that the IRY is higher than the real interest rate. From the point of view of the agricultural household, it is economically justified to invest in the protection of land from erosion



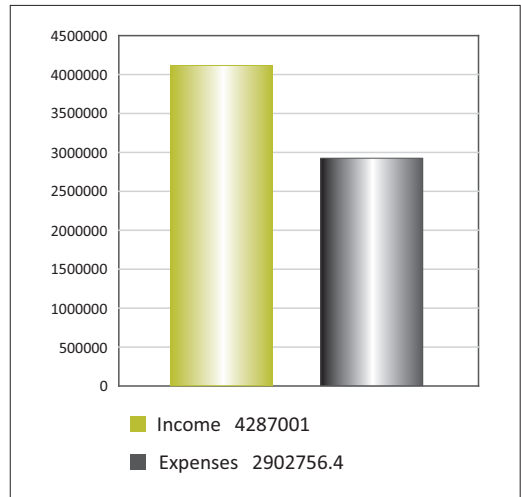
Graph 3. Internal rate of yield for the area of the morphological unit of the Šutilovac stream.
Source: author.



Graph 4. The term for the repayment of invested funds for the area of the morphological unit of the Šutilovac stream.
Source: author.

and production from the aspect of preserving land resources. This statement is based on the fact that for every 100 euros invested, 15,60 euros of pure accumulation are obtained.

The term for repayment of the invested funds shows the time that the capital invested can be returned or released. According to the obtained results, it can be seen that the repayment period of the invested funds is 7 years. In order to determine the economic feasibility of investments in protection against erosion and future production, a comparison was made with the length of the system duration and the period needed to repay the loan that the bank prescribes. It has been shown that it is economically justified to invest in projects for anti-erosion works and production, considering that the estimated period of a system life is 15 years, and the loan repayment period is up to 10 years (Graph 4).



Graph 5. Cost-benefit ratio for the area of the morphological unit of the Šutilovac stream.
Source: author.

The value of 1.48 obtained by the dynamic method of the cost-benefit ratio represents the value of the ratio of total annual benefits and total costs, discounted at the initial moment at a discount rate of 12% (Graph 5). The gain value greater than 1 points to the cost-effectiveness of an investment, with an income of 0.48 euros for each euro invested.

The net present value (NPV) amount is 1384244.60, which indicates that this investment project contributes to the increase of the material basis of individual farms in the area of the morphological unit of the Šutilovac stream during its lifetime. Considering that the NPV is larger than zero, it is justified to invest in projected economic works and production from the aspect of preserving land resources in the study area (Graph 6).

Testing the generation capacity of the project, in case of changing the initial conditions, was performed by the sensitivity analysis. The internal rate of yield (IRY) sensitivity was measured in relation to changes in annual revenues and costs, by reducing the size of the changes in the mentioned indicators by 10%, in positive and negative terms (Graph 7). The analysis shows that income can drop by 32.29% and that the internal rate of return does not fall below 12%. In addition, annual costs can be increased by 47.70% and the internal rate

of return is still at the margin of profitability, which indicates that the internal rate of return is somewhat more sensitive to revenue changes.

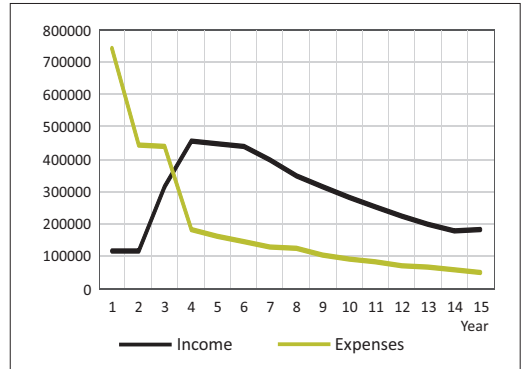
The sensitivity analysis of the term for the repayment of invested funds was made in relation to changes in the annual revenues of the production costs. From Figure 8 it can be clearly seen that with a decrease in income by 32.29% and an increase in costs, the profitability limit is 47.70%.

CONCLUSIONS

According to the method of professor Gavrilović, in the area of the morphological unit of the Šutilovac stream, the processes of category IV erosion, i.e. the poor erosion of mixed, surface and deep type are dominant. The value of the erosion coefficient Z is 0.27 for the investigated area. The specific values of the total annual production of the erosion sediments and the average annual transport of erosion sediments amount to 387.27 m³/km²/year and 73.13 m³/km²/year. According to the RUSLE model, the average land losses are 3.44 t/ha/year and 0.50 t/ha/year for the condition before and after the arrangement. After the model application the soil losses on all agricultural land plots are below tolerant values.

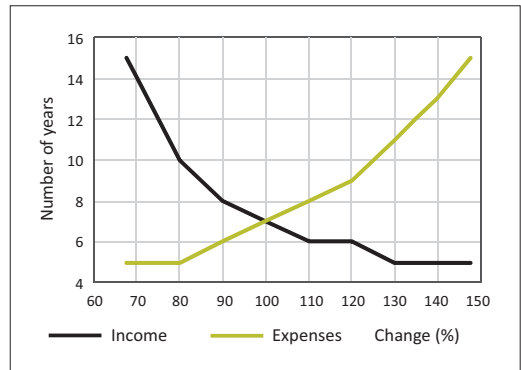
According to the model of future production of professor Zlatić for the area of Belgrade, the plots that are not endangered are defined on slopes 0°-4°, 4°-6° and 6°-12°, and with a mean degree of danger on the slopes 0°-4° and 6°-12°. Changes in the increase in the area under fruit trees on the account of other cultures are dominant, of 499.86%. There is also an increase in the area under arable land by 11.54% and meadows by 94.53%, compared to the previous state, at the expense of areas under pastures that are completely lost.

The internal rate of yield is 27.60%. The term for repayment of invested funds is 7 years, while the system's duration is 15 years. The cost-benefit ratio is 1,477. The net present value has a value higher than zero and amounts to EUR 1384244.60. It can be concluded that investing in anti-erosion works and their intended production has a satisfactory economic effectiveness. In order for inter-



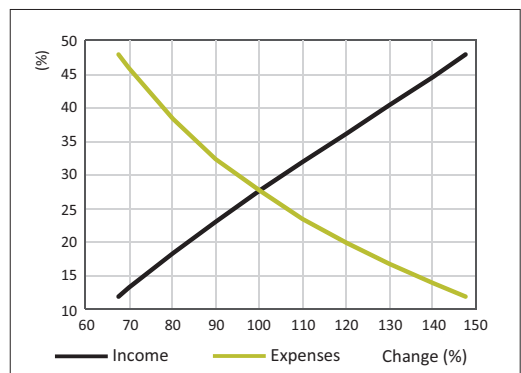
Graph 6. Net present value for the area of the morphological unit of the Sutilovac stream.

Source: author.



Graph 7. Sensitive analysis of the internal rate of return.

Source: author.



Graph 8. Sensitive analysis of the repayment period of the invested funds.

Source: author.

nal rate of yield (IRY) to fall to the real interest rate and increase the repayment period from 7 to 15 years, it is necessary that the income of the reduction by 32.29%, i.e. costs increase by 47.70%.

The unmeasurable effects of investment are reflected in the protection of land from degradation, water regime regulation, protection against torrential floods, drought, wind and snow, environmental ecological conditions improving, enriching the environment, creating favorable microclimate, stimulating agricultural production, as well as the development of rural areas. Considering the fact that there is a significant ecological and economic justification of investments in the area of the morphological unit of the Šutilovac stream, with a low degree of risk and uncertainty of the investment, with a positive assessment of the immeasurable effects of investment, it can be concluded that the investments in the mentioned works are cost effective.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Gavrilović S. (1972): Engineering on torrential flows and erosion, Special edition journal "Construction", Belgrade.
- Institute of geology, (1977): Geological booklet of Basic Geologic Map 1:100.000, Section Zvornik L34-123. Institute of Geology, Belgrade, Yugoslavia.
- JP Srbijašume, (2008): Special forest management plan for GJ Avala (2008-2017), Belgrade, Serbia.
- Kostadinov S., Redžić, S., Zlatić M., Dragović N. (1988): Program for erosion protection and proposal for the designation of erosion areas with the regulation of antierosion measures in the area of the municipality of Voždovac, Institute for Forestry and Wood Industry - Belgrade, University of Belgrade, Faculty of Forestry, Belgrade.
- Lazarević K., Zlatić M., Kostadinov S. (2016): The influence of the socio-demographic factor on the state of erosion processes in the rural part of the municipality of Voždovac, Bulletin of the Faculty of Forestry no. 114, Belgrade: Faculty of Forestry, p. 75-102.
- Zlatić M. (1994): Evaluation of antierosion works from the aspect of technical and economic justification in the endangered area of the city of Belgrade, doctoral dissertation, University of Belgrade, Faculty of Forestry, Belgrade.
- Soil institute, (1963): Soil booklet of Basic Soil Map 1:50.000, Sections Krupanj 1 and Zvornik 2. Soil Institute, Belgrade, Yugoslavia
- Wischmeier H.W., Smith D.D. (1978): Predicting rainfall erosion losses, Agricultural handbook No 537, Washington D.C.
- <http://www.hidmet.gov.rs/> (15.06.2015.)
- <http://www.stips.minpolj.gov.rs/> (25.06.2015.)
- <http://www.stat.gov.rs/> (30.06.2015)

